

# STEERING CONTROL DEVICE FOR VEHICLE

Publication number: JP2003081123

Publication date: 2003-03-19

Inventor: SATO SHIGEKI; MORI HIROSHI

Applicant: NISSAN MOTOR

Classification:

- International: **B60R21/00; B62D6/00; B62D101/00; B62D111/00; B62D113/00; B62D137/00; B60R21/00; B62D6/00;**  
(IPC1-7): B62D6/00; B60R21/00; B62D101/00;  
B62D111/00; B62D113/00; B62D137/00

- European:

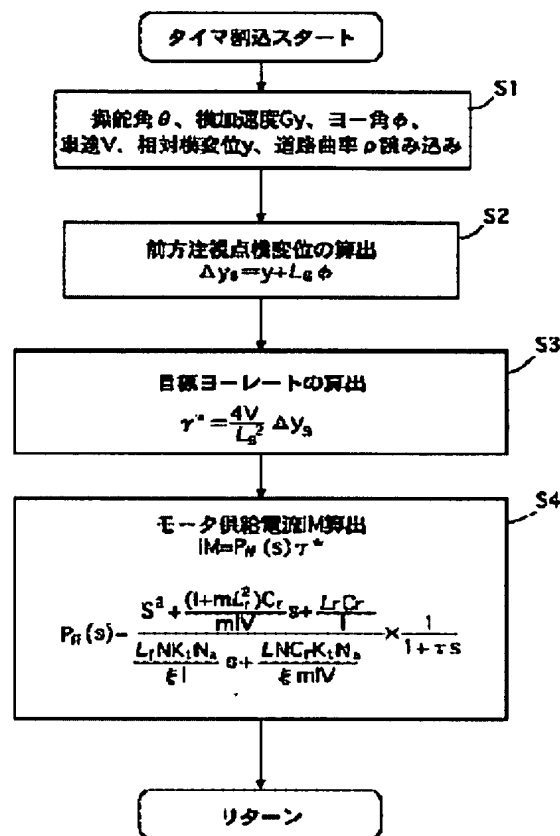
Application number: JP20010274523 20010911

Priority number(s): JP20010274523 20010911

Report a data error here

## Abstract of JP2003081123

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a steering control device for a vehicle with simple design and having a high followability with suppressed overshooting in a step response. **SOLUTION:** In the steering control device for the vehicle for detecting a cruising lane and causing the vehicle to travel and follow the cruising lane, a target yaw rate  $\gamma^*$  is set at a value of  $(4V/LS)^{1/2} \Delta y_s$  by using a forward watch point lateral deviation  $\Delta y_s$ , a vehicle speed  $V$ , and a forward watch point distance  $LS$ .



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

JP2003081123

*PO4JKC001US*

Publication Title:

STEERING CONTROL DEVICE FOR VEHICLE

Abstract:

Abstract of JP2003081123

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a steering control device for a vehicle with simple design and having a high followability with suppressed overshooting in a step response. SOLUTION: In the steering control device for the vehicle for detecting a cruising lane and causing the vehicle to travel and follow the cruising lane, a target yaw rate  $\gamma^*$  is set at a value of  $(4V/LS \pm 2) \cdot \Delta yS$  by using a forward watch point lateral deviation  $\Delta yS$ , a vehicle speed  $V$ , and a forward watch point distance  $LS$ .

Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

-----

Courtesy of <http://v3.espacenet.com>

*This Patent PDF Generated by Patent Fetcher(TM), a service of Stroke of Color, Inc.*

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号  
特開2003-81123  
(P2003-81123A)

(43) 公開日 平成15年3月19日 (2003.3.19)

(51) Int.Cl. <sup>7</sup>	識別記号	F I	テーマコード* (参考)
B 6 2 D 6/00	Z Y W	B 6 2 D 6/00	Z Y W 3 D 0 3 2
B 6 0 R 21/00	6 2 4	B 6 0 R 21/00	6 2 4 F
			6 2 4 G
// B 6 2 D 101:00		B 6 2 D 101:00	
111:00		111:00	

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2001-274523(P2001-274523)

(22) 出願日 平成13年9月11日 (2001.9.11)

(71) 出願人 000003997

日産自動車株式会社

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地

(72) 発明者 佐藤 茂樹

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(72) 発明者 毛利 宏

神奈川県横浜市神奈川区宝町2番地 日産  
自動車株式会社内

(74) 代理人 100105153

弁理士 朝倉 悟 (外1名)

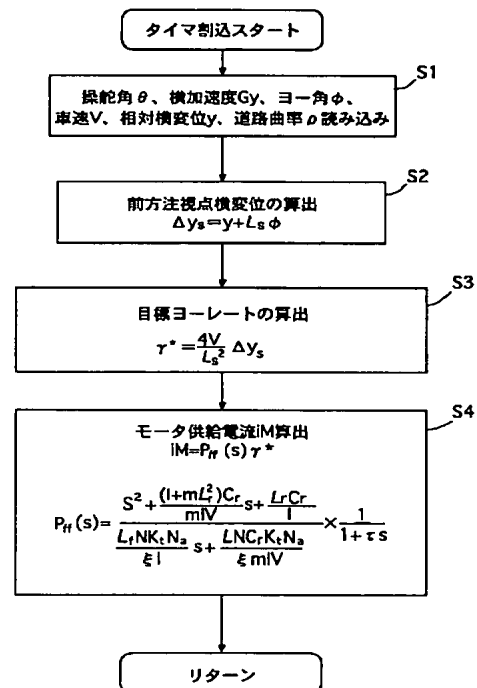
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 車両の操舵制御システム

(57) 【要約】

【課題】 簡易設計が可能で、かつ、ステップ応答でのオーバーシュートが抑えられた追従性能の高い車両の操舵制御システムを提供すること。

【解決手段】 走行車線を検出して当該走行車線に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、目標ヨーレート $\gamma^*$ を、前方注視点横変位 $\Delta y_s$ 、車速 $V$ 、前方注視点距離 $L_s$ を用い、 $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ の値となるように設定した。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 走行車線を検出して当該走行車線に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、

供給電流に応じた操舵トルクを発生させる操舵トルク発生手段と、

走行車線情報を検出する走行車線情報検出手段と、

操舵角を検出する操舵角検出手段と、

車速を検出する車速検出手段と、

自車両からの前方注視点距離を設定する前方注視点距離設定手段と、

少なくとも前記走行車線情報検出手段で検出した走行車線情報及び前記操舵角検出手段で検出した操舵角とに基づいて、車線に追従させるために必要な前方注視点位置での横変位を算出する前方注視点横変位算出手段と、

前方注視点横変位を $\Delta y_s$ 、車速を $V$ 、前方注視点距離を $L_s$ とした場合、少なくとも $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ 以上の値となるように目標ヨーレート $\gamma^*$ を設定する目標ヨーレート設定手段と、

設定された目標ヨーレート $\gamma^*$ を得る操舵トルク発生手段への供給電流を算出する供給電流算出手段と、

とを備えたことを特徴とする車両の操舵制御システム。

【請求項2】 請求項1に記載の車両の操舵制御システムにおいて、

前記前方注視点距離設定手段は、前方注視点距離 $L_s$ を車速 $V$ に比例した値に設定することを特徴とする車両の操舵制御システム。

【請求項3】 先行車両を検出して当該先行車両の走行軌跡に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、

供給電流に応じた操舵トルクを発生させる操舵トルク発生手段と、

先行車両情報検出する先行車両情報検出手段と、

操舵角を検出する操舵角検出手段と、

車速を検出する車速検出手段と、

自車両と先行車両との車間距離である先行車距離を検出する先行車距離検出手段と、

少なくとも前記先行車両情報検出手段で検出した先行車両情報及び前記操舵角検出手段で検出した操舵角とに基づいて、先行車両に追従させるために必要な先行車横変位を算出する先行車横変位算出手段と、

先行車横変位を $\Delta y_s$ 、車速を $V$ 、先行車距離を $L_s$ とした場合、少なくとも $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ 以上の値となるように目標ヨーレート $\gamma^*$ を設定する目標ヨーレート設定手段と、

設定された目標ヨーレート $\gamma^*$ を得る操舵トルク発生手段への供給電流を算出する供給電流算出手段と、

とを備えたことを特徴とする車両の操舵制御システム。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、走行車線に沿って、もしくは、先行車両の走行軌跡に沿って車両を追従

走行させる車両の操舵制御システムの技術分野に属する。

【0002】

【従来の技術】従来、自車両が走行する車線等の道路環境をカメラ等で検知し、操舵アクチュエータにより自動的に前輪を操舵し、自車両を車線に追従させる車両の操舵制御システムが知られている。

【0003】このような車線追従制御において、移動体を目標経路に沿って移動させるための車両の操舵制御システムとしては、例えば、特開平5-197423号公報に記載のものが知られている。この公報には、目標点における移動体の移動方向と該目標点における前記目標経路とのなす角度を目標点角度偏差として求める手段と、該目標点角度偏差に基づいて前記目標点到達操作量を補正することにより前記移動体の目標操作量を求める手段と、該目標操作量に基づいて前記移動体を操作する技術が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、従来の車両の操舵制御システムにあつては、より滑らかに追従させるために、目標点角度偏差に基づいて目標点到達操作量を補正する必要があり、このときの補正量を求めるためにメンバーシップ関数を用いているため、下記の問題がある。

【0005】

(1)このときの補正係数は、いずれにしてもこの移動体の特性に応じて設定する必要があり、設計時に煩雑な作業が必要となる。

【0006】(2)基準となる目標点角度偏差から目標ヨーレートを求めると、補正しない状態では、場合によっては追従がオーバーシュート気味になり、追従性能が最適でないことがあり得る。

【0007】本発明は、上記問題点に着目してなされたもので、その目的とするところは、簡易設計が可能で、かつ、ステップ応答でのオーバーシュートが抑えられた追従性能の高い車両の操舵制御システムを提供することにある。

【0008】

【課題を解決するための手段】上記目的を達成するため、請求項1に係る発明では、走行車線を検出して当該走行車線に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、少なくとも走行車線情報検出手段で検出した走行車線情報及び操舵角検出手段で検出した操舵角とに基づいて、車線に追従させるために必要な前方注視点位置での横変位を算出する前方注視点横変位算出手段と、前方注視点横変位を $\Delta y_s$ 、車速を $V$ 、前方注視点距離を $L_s$ とした場合、少なくとも $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ 以上の値となるように目標ヨーレート $\gamma^*$ を設定する目標ヨーレート設定手段と、設定された目標ヨーレ

ート $\gamma^*$ を得る操舵トルク発生手段への供給電流を算出する供給電流算出手段と、とを備えた。なお、前方注視点距離 $L_s$ は、車速 $V$ に比例した値を設定しても良い。

【0009】上記目的を達成するため、請求項3に係る発明では、先行車両を検出して当該先行車両の走行軌跡に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、少なくとも先行車両情報検出手段で検出した先行車両情報及び操舵角検出手段で検出した操舵角とに基づいて、先行車両に追従させるために必要な先行車横変位を算出する先行車横変位算出手段と、先行車横変位を $\Delta y_s$ 、車速を $V$ 、先行車距離を $L_s$ とした場合、少なくとも $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ 以上の値となるように、目標ヨーレート $\gamma^*$ を設定する目標ヨーレート設定手段と、設定された目標ヨーレート $\gamma^*$ を得る操舵トルク発生手段への供給電流を算出する供給電流算出手段と、とを備えた。

【0010】

【発明の効果】請求項1に係る発明にあつては、走行車線を検出して当該走行車線に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、目標ヨーレート $\gamma^*$ を、前方注視点横変位 $\Delta y_s$ 、車速 $V$ 、前方注視点距離 $L_s$ を用い、少なくとも $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ 以上の値となるように設定したため、簡易設計が可能で、かつ、ステップ応答でのオーバーシュートが抑えられた走行車線への追従性能の高い車両の操舵制御システムを構成できる。なお、前方注視点距離 $L_s$ を、車速 $V$ に比例した値に設定した場合、車速 $V$ が変化したときに同じような追従性能が確保され、車速変化に対して制御違和感を無くすることができる。

【0011】請求項3に係る発明にあつては、先行車両を検出して当該先行車両の走行軌跡に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、目標ヨーレート $\gamma^*$ を、先行車横変位 $\Delta y_s$ 、車速 $V$ 、先行車距離 $L_s$ を用い、少なくとも $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ 以上の値となるように設定したため、簡易設計が可能で、かつ、ステップ応答でのオーバーシュートが抑えられた先行車両への追従性能の高い車両の操舵制御システムを構成できる。

【0012】

【発明の実施の形態】以下、本発明における車両の操舵制御システムを実現する実施の形態を、請求項1、2に対応する第1実施例と、請求項3に対応する第2実施例に基づいて説明する。

【0013】(第1実施例)まず、構成を説明する。図1は第1実施例の車両の操舵制御システムを示す全体システムであり、図1において1FL、1FRは前輪、1RL、1RRは後輪、2はラック、3はピニオン、4はステアリングホイール、5はステアリングシャフト、10はコントロールユニット、13は自動操舵機構(操舵トルク発生手段)、14はドリブンギヤ、15はドライブギヤ、

16は自動操舵用モータ、17はクラッチ機構、21は舵角センサ(操舵角検出手段)、22は車速センサ(車速検出手段)、23は横加速度センサ、25は単眼カメラ、26はカメラコントローラ(走行車線情報検出手段および先行車両情報検出手段)である。

【0014】前記前輪1FL、1FRには、一般的なラックアンドピニオン式の操舵機構が配設されている。この操舵機構は、前輪1FL、1FRの操舵軸(タイロッド)に接続されるラック2と、これに噛合するピニオン3と、このピニオン3をステアリングホイール4に与えられる操舵トルクで回転させるステアリングシャフト5とを備えている。

【0015】前記ステアリングシャフト5におけるピニオン3の上部位置には、前輪1FL、1FRを自動操舵するための操舵アクチュエータを構成する自動操舵機構13が配設されている。この自動操舵機構13は、ステアリングシャフト5と同軸に取り付けられたドリブンギヤ14と、これに噛合するドライブギヤ15と、このドライブギヤ15を回転駆動する自動操舵用モータ16とから構成されている。なお、自動操舵モータ16とドライブギヤ15との間には、クラッチ機構17が介装されており、自動操舵制御時にのみクラッチ機構17が締結され、そうでないときにはクラッチ機構17が非締結状態となって自動操舵モータ16の回転力がステアリングシャフト5に入力されないようにしている。

【0016】前記舵角センサ21は、ステアリングシャフト5の回転角から操舵角 $\theta$ を検出してコントロールユニット10に出力する。なお、この舵角センサ21から出力される操舵角 $\theta$ は、右操舵時に正直、左操舵時に負値となるように設定されている。

【0017】前記車速センサ22は、図示しない自動変速機の出力側に取り付けられ、この車速センサ22で検出された車速 $V$ もコントロールユニット10に出力される。

【0018】前記横加速度センサ23は、車両に発生する横加速度を検出する横加速度検出手段として取り付けられ、この横加速度センサ23で検出された横加速度 $G_Y$ もコントロールユニット10に出力される。なお、この横加速度センサ23から出力される横加速度 $G_Y$ は、左旋回時に正直、右旋回時に負値となるように設定されている。

【0019】前記単眼カメラ25は、図1(a)に示すように、車室内のインナーミラーステー等の固定部に設置されたカメラ(CCDカメラ等)で、車両前方状況を撮像し、撮像した画像データをカメラコントローラ26に出力する。このカメラコントローラ26は、例えば、特開平11-102499号公報に記載されているように、単眼カメラ25の画像データを二値化等の処理により自車両近傍の白線を検出すると共に、所定の車両前方注視点での走行車線に対する車両の相対横変位 $y$ 、車両

の白線の接線に対するヨー角 $\phi$ 、走行車線前方の道路曲率 $\rho$ を算出し、これらをコントロールユニット10に出力する。

【0020】前記コントロールユニット10は、図示しないマイクロコンピュータ等の離散化されたデジタルシステムで構成され、入力されたヨー角 $\phi$ 、相対横変位 $y$ 、道路曲率 $\rho$ に基づいて、コーナーを通過する際に最適な目標操舵角 $\theta^*$ を算出し、操舵角センサ21で検出した実操舵角 $\theta$ を目標操舵角 $\theta^*$ に一致させるように自動操舵モータ16に対する供給電流 $iM$ を算出し、この供給電流 $iM$ を電流制限処理してからパルス幅変調してパルス電流に変換して自動操舵用モータ16に出力することにより、自動操舵用モータ16をデューティ制御する。

【0021】次に、作用を説明する。

【0022】[車線追従制御処理]図2はコントロールユニット10で実行される車線追従制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。この処理は、例えば、10msec毎のタイマ割込処理として実行される。

【0023】ステップS1では、操舵角センサ21で検出した操舵角 $\theta$ 、横加速度センサ23で検出した横加速度 $G_y$ 、車速センサ22で検出した車速 $V$ 、並びに、カメラコントローラ26で検出したヨー角 $\phi$ 、相対横変位 $y$ 、道路曲率 $\rho$ を読み込んでからステップS2へ移行する。

【0024】次のステップS2では、ヨー角 $\phi$ 及び相対横変位 $y$ に基づいて、前方注視点横変位 $\Delta y_s$ を、下記の式により算出する(前方注視点横変位算出手段)。

$$\Delta y_s = y + L_s \cdot \phi$$

ただし、 $L_s$ は、前方注視点距離であり、車速 $V$ によりヨーレートの周波数特性を変化させないため、この前方注視点距離 $L_s$ を、高速走行時であるほど距離を長くするというように、車速 $V$ に比例した値で設定している(前方注視点距離設定手段)。

【0025】次のステップS3では、ステップS2で算出した前方注視点横変位 $\Delta y_s$ と、前方注視点距離 $L_s$ とに基づいて、目標ヨーレート $\gamma^*$ を算出する(目標ヨーレート設定手段)。

$$\gamma^* = (4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$$

ただし、 $V$ は車速である。

【0026】次のステップS4では、ステップS3で算出された目標ヨーレート $\gamma^*$ を達成するために必要なモータ供給電流 $iM$ を、下記の式により算出する(供給電流算出手段)。

$$iM = P_{ff}(S) \cdot \gamma^*$$

ただし、フィードフォワードコントローラ $P_{ff}(S)$ は、後述する式(9)で与えられる。

【0027】[フィードフォワードコントローラの算出作用]図3に示す2輪モデルの運動方程式により、

$$\begin{aligned} mV(\dot{\gamma} + \dot{\beta}) &= C_f(\delta - \frac{l_f}{V}\gamma - \beta) + C_r(\frac{l_r}{V}\gamma - \beta) \\ I\ddot{\gamma} &= l_f C_f(\delta - \frac{l_f}{V}\gamma - \beta) - l_r C_r(\frac{l_r}{V}\gamma - \beta) \end{aligned} \quad (1)$$

さらに、操舵トルク $T$ は、前輪1FL、1FRのセルフアラ

$$T = \xi C_f(\delta - \frac{l_f}{V}\gamma - \beta) \quad (2)$$

これらを整理して、操舵トルク入力の状態方程式を導

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \dot{\gamma} \\ \dot{\beta} \end{bmatrix} &= \begin{bmatrix} a_{11} & a_{12} \\ a_{21} & a_{22} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \gamma \\ \beta \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} b_{11} \\ b_{21} \end{bmatrix} i \\ T &= K_f N_a i \end{aligned} \quad (3)$$

$$\begin{aligned} a_{11} &= -\frac{l_f^2 C_f}{Vl} & a_{12} &= \frac{l_r C_r}{l} & a_{21} &= \frac{l_f C_f}{mV^2} - 1 & a_{22} &= -\frac{C_r}{mV} \\ b_{11} &= \frac{l_f N K_f N_a}{\xi l} & b_{21} &= \frac{N K_f N_a}{mV\xi} \end{aligned} \quad (4)$$

この時、操舵トルク $T$ から、ヨーレート $\gamma$ 、横滑り角 $\beta$

イニングトルクと釣り合うので、

く。

の伝達関数は、次のように書ける。

$$\begin{aligned} \begin{bmatrix} \gamma \\ \beta \end{bmatrix} &= \frac{1}{s^2 - (a_{11} + a_{22})s + a_{11}a_{22} - a_{12}a_{21}} \begin{bmatrix} b_{11}s - b_{11}a_{22} + b_{21}a_{12} \\ b_{21}s - b_{21}a_{11} + b_{11}a_{21} \end{bmatrix} i \\ &= \frac{1}{s^2 + \frac{(I + ml_f^2)C_r}{mIV}s + \frac{l_f C_r}{I}} \begin{bmatrix} \frac{l_f NK_t N_a}{\xi J}s + \frac{INC_r K_t N_a}{\xi mIV} \\ \frac{N}{\xi mV}s + \frac{INC_r l_f K_t N_a}{\xi mIV^2} - \frac{l_f NK_t N_a}{\xi J} \end{bmatrix} i \end{aligned} \quad (5)$$

ヨーレート $\gamma$ を目標値に収束させるときに、横滑り角 $\beta$  次のように表される。  
も定常値を持つ。ヨーレート $\gamma$ と横滑り角 $\beta$ の関係は、

$$\frac{\beta}{\gamma} = \frac{\frac{N}{\xi mV}s + \frac{l_f C_r N}{\xi mIV^2} - \frac{l_f N}{\xi J}}{\frac{l_f N}{\xi J}s + \frac{INC_r}{\xi mIV}} \quad (6)$$

N : ギア比

従って、横滑り角の追従モデル $P_{m\beta}(s)$ は、

$$P_{m\beta}(s) = \frac{\frac{N}{\xi mV}s + \frac{l_f C_r N}{\xi mIV^2} - \frac{l_f N}{\xi J}}{\frac{l_f N}{\xi J}s + \frac{INC_r}{\xi mIV}} \times \frac{1}{1 + \tau s} \quad (7)$$

と表される。一方、(5)式により、

$$\gamma = \frac{\frac{l_f NK_t N_a}{\xi J}s + \frac{INC_r K_t N_a}{\xi mIV}}{s^2 + \frac{(I + ml_f^2)C_r}{mIV}s + \frac{l_f C_r}{I}} i \quad (8)$$

なので、目標ヨーレート $\gamma^*$  から自動操舵モータ16に  
印加するモータ供給電流 $iM$ に変換するフィードフォワード

ドコントローラ $P_{ff}(s)$ は、(7)\*(8) $^{-1}$ として、

$$P_{ff}(s) = \frac{s^2 + \frac{(I + ml_f^2)C_r}{mIV}s + \frac{l_f C_r}{I}}{\frac{l_f NK_t N_a}{\xi J}s + \frac{INC_r K_t N_a}{\xi mIV}} \times \frac{1}{1 + \tau s} \quad (9)$$

の式で得られる。

【0028】[目標ヨーレートの算出作用]車両が目標  
に追従するときに必要な目標ヨーレート $\gamma^*$ を次の  
ように仮定する。ある時間の後に到達する位置を求め、

そこに到達するために必要となるヨーレートを求めるこ  
とにする。横滑り角は十分に小さいと仮定すると、車両  
重心点が横に移動する速度は次のように書ける。

$$\dot{y}_c = V\phi \quad \phi = \int \gamma dt \quad (10)$$

従って、

$$y_c = \iint \phi dt \quad (11)$$

$\Delta t$ 秒間に、 $\Delta y_c$ だけ横変位をし、その時間内はヨー

レートが一定であると仮定すると、

$$\Delta y_c = \frac{1}{2} \gamma \Delta t^2 V \quad (12)$$

故に、目標ヨーレート $\gamma^*$ は、

$$\gamma^* = \frac{2\Delta y_c}{\Delta t^2 V} \quad (13)$$

と書ける。ここで、目標横変位を前方注視点距離 $L_S$ の横変位 $y_S$ と設定すると、 $\Delta t = L_S / V$ となるので、目

$$\dot{y} = \frac{2Vy_S}{L_S^2}$$

として与えられる。尚、(14)式は次のようにしても導け

$$y_s = \frac{l_s^2}{2} \rho = \frac{l_s^2}{2V} \gamma \quad (\because \gamma = \rho V)$$

$$\therefore \dot{\gamma} = \frac{2y_s V}{l_s^2}$$

しかし、このときの目標ステップ応答をシミュレーションにより求めると、図4に示すように、オーバーシュートしてしまう。

$$\Delta y_S = y_S^* - y_S$$

目標ヨーレート $\gamma^*$ の設定を仮に $G(S)$ という伝達関数

$$\gamma^* = G(S) \cdot \Delta y_S$$

幾何学的な関係により、

$$y_S = y_C + L_S \cdot \phi$$

横滑り角 $\beta$ が十分に小さいとすると、

$$\dot{y}_C = V(\phi + \beta) \approx V\phi = V \frac{Y}{S}$$

$$y_C = V \frac{Y}{S^2}$$

$$\frac{y_C}{y_s} = \frac{GV}{s^2 + l_s Gs + GV}$$

よって、ステップ応答のオーバーシュートをなくすため、減速比を1以上に設定すると、良好な結果が得られ

$$\omega = \sqrt{GV}$$

以上より減衰比 $\zeta$ を用いて $G$ を求めると、

$$G = \frac{4V\zeta^2}{l_s^2}$$

であるため、目標ヨーレート $\gamma^*$ を、少なくとも、

$$\dot{\gamma} = \frac{4V}{l_s^2} \Delta y_s$$

とすると良好な結果となる(図6)。また、車速 $V$ によ

$$\omega = \sqrt{GV} = 2 \frac{V}{l_s} \zeta$$

を一定とするために、前方注視点距離 $L_S$ を車速 $V$ に比例させる必要がある。

【0030】次に、効果を説明する。

【0031】(1) 走行車線を検出して当該走行車線に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、目標ヨーレート $\gamma^*$ を、前方注視点横変位 $\Delta y_S$ 、車速 $V$ 、前方注視点距離 $L_S$ を用い、 $(4V/$

目標ヨーレート $\gamma^*$ は、

(14)

る。

(15)

【0029】図5の目標値ステップ応答を考える。単眼カメラ25による観測量は、

(16)

を使って以下とする。

(17)

(18)

(19)

(20)

(21)

る。ステップ応答の周波数特性は、

(22)

(23)

(24)

り周波数特性を変化させないためには、

(25)

$L_S^2$ )  $\cdot \Delta y_S$  の値となるように設定したため、簡易設計が可能で、かつ、ステップ応答でのオーバーシュートが抑えられた走行車線への追従性能の高い車両の操舵制御システムを構成できる。

【0032】(2) 前方注視点距離 $L_S$ を、車速 $V$ に比例した値に設定したため、車速 $V$ が変化したときに同じような追従性能が確保され、車速変化に対して制御違和感



を無くすることができる。

【0033】(第2実施例)第2実施例は、先行車両の走行軌跡に沿って自車両を追従させる車両の操舵制御システムの例である。なお、第2実施例の構成は第1実施例と同様であるので、図示並びに説明を省略する。

【0034】次に、作用を説明する。

【0035】[先行車両追従制御処理]図7はコントロールユニット10で実行される先行車両追従制御処理の流れを示すフローチャートで、以下、各ステップについて説明する。この処理は、例えば、10msec毎のタイマ割込処理として実行される。

【0036】ステップS11では、操舵角センサ21で検出した操舵角 $\theta$ 、横加速度センサ23で検出した横加速度 $G_y$ 、車速センサ22で検出した車速 $V$ を読み込む。

【0037】次のステップS12では、カメラコントローラ26での検出結果に基づき、先行車横変位 $\Delta y_s$ 及び先行車距離 $L_s$ を算出する(先行車距離検出手段および先行車横変位算出手段)。

【0038】次のステップS13では、ステップS2で算出した先行車横変位 $\Delta y_s$ と、先行車距離 $L_s$ とに基づいて、目標ヨーレート $r^*$ を算出する(目標ヨーレート設定手段)。

$$r^* = (4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$$

ただし、 $V$ は車速である。

【0039】次のステップS14では、ステップS13で算出された目標ヨーレート $r^*$ を達成するために必要なモータ供給電流 $IM$ を、下記の式により算出する(供給電流算出手段)。

$$IM = P_{ff}(S) \cdot r^*$$

ただし、フィードフォワードコントローラ $P_{ff}(S)$ は、上記式(9)で与えられる。

【0040】第2実施例の他の作用については、前方注視点横変位 $\Delta y_s$ を先行車横変位 $\Delta y_s$ とし、前方注視点距離 $L_s$ を先行車距離 $L_s$ と置き換える以外は、第1実施例と同様であるので説明を省略する。

【0041】以上説明したように、第2実施例にあっては、先行車両を検出して当該先行車両の走行軌跡に沿って車両を追従走行させる車両の操舵制御システムにおいて、目標ヨーレート $r^*$ を、先行車横変位 $\Delta y_s$ 、車速 $V$ 、先行車距離 $L_s$ を用い、 $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ の値となるように設定したため、簡易設計が可能で、かつ、ステップ応答でのオーバーシュートが抑えられた先行車両への追従性能の高い車両の操舵制御システムを構成できる。

【0042】(他の実施例)以上、本発明の車両の操舵制御システムを第1実施例及び第2実施例に基づき説明してきたが、具体的な構成については、これらの実施例

に限られるものではなく、特許請求の範囲の各請求項に係る発明の要旨を逸脱しない限り、設計の変更や追加等は許容される。

【0043】例えば、第1、2実施例では、目標ヨーレート $r^*$ を $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ とする例を示したが、少なくとも目標ヨーレート $r^*$ を $(4V/L_s^2) \cdot \Delta y_s$ 以上とするものであれば、本発明に含まれる。

【0044】第2実施例において、先行車距離検出手段として、撮像された前方画像データに基づいて先行車距離を検出するカメラコントローラ26の例を示したが、レーザレーダ等を用い、自車両と先行車との先行車距離を直接検出する手段としても良い。

【図面の簡単な説明】

【図1】第1実施例の車両の操舵制御システムを示す全体構成図である。

【図2】第1実施例のコントロールユニットで実行される車線追従制御処理の流れを示すフローチャートである。

【図3】操舵系の2輪モデルを示す図である。

【図4】目標値ステップ応答によるヨーレートと車両横変位のシミュレーション特性図である。

【図5】前方注視点横変位の幾何学的な関係を示す図である。

【図6】第1実施例にて目標ヨーレートを設定した場合の目標値ステップ応答によるヨーレート特性図及び車両横変位特性図である。

【図7】第2実施例のコントロールユニットで実行される先行車両追従制御処理の流れを示すフローチャートである。

【符号の説明】

1 FL, 1 FR 前輪

1 RL, 1 RR 後輪

2 ラック

3 ピニオン

4 ステアリングホイール

5 ステアリングシャフト

10 コントロールユニット

13 自動操舵機構(操舵トルク発生手段)

14 ドリブンギヤ

15 ドライブギヤ

16 自動操舵用モータ

17 クラッチ機構

21 舵角センサ(操舵角検出手段)

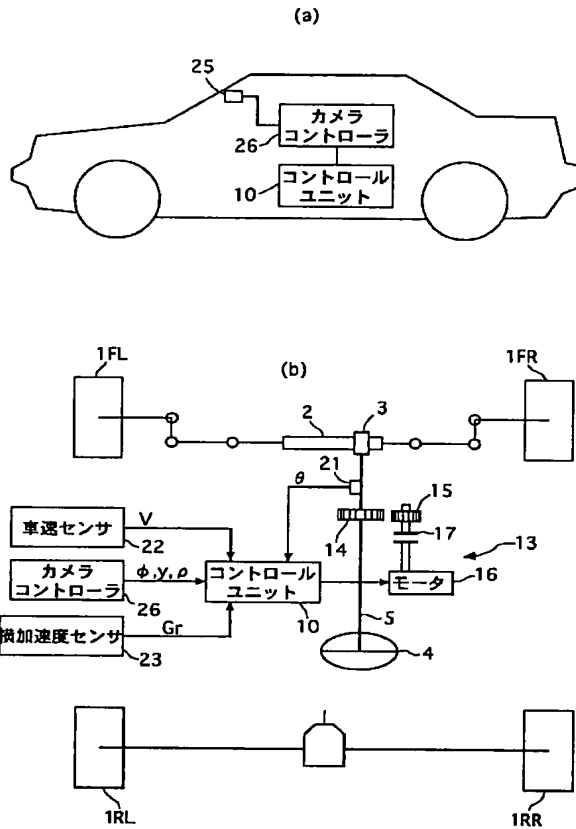
22 車速センサ(車速検出手段)

23 横加速度センサ

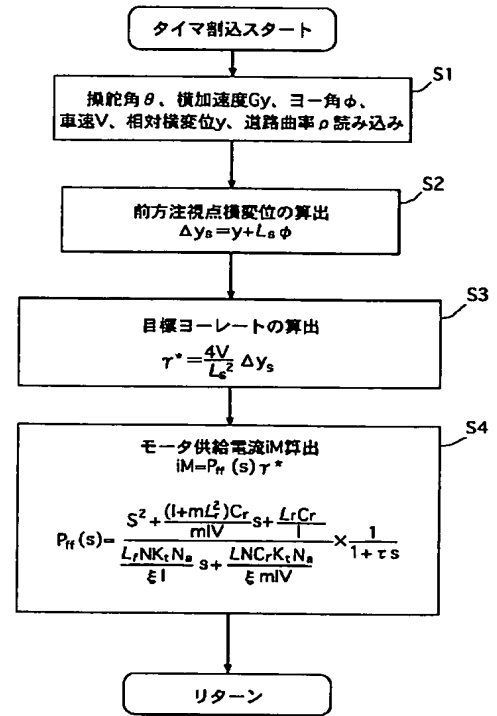
25 単眼カメラ

26 カメラコントローラ(走行車線情報検出手段、先行車両情報検出手段)

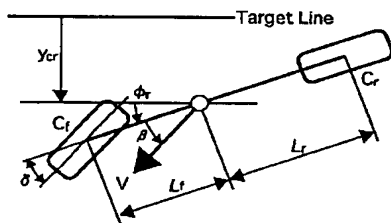
【図1】



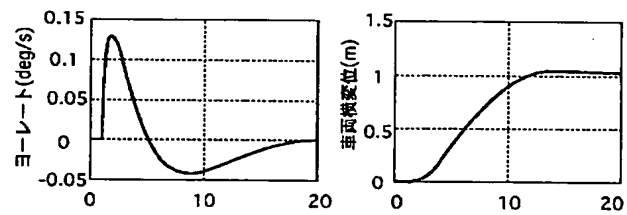
【図2】



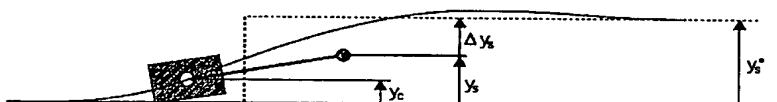
【図3】



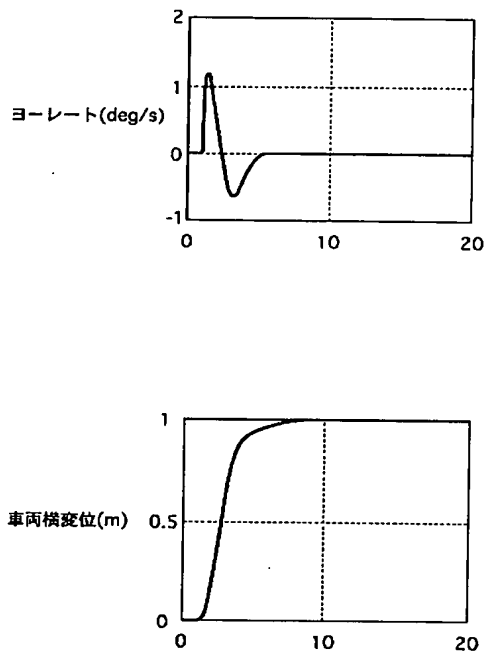
【図4】



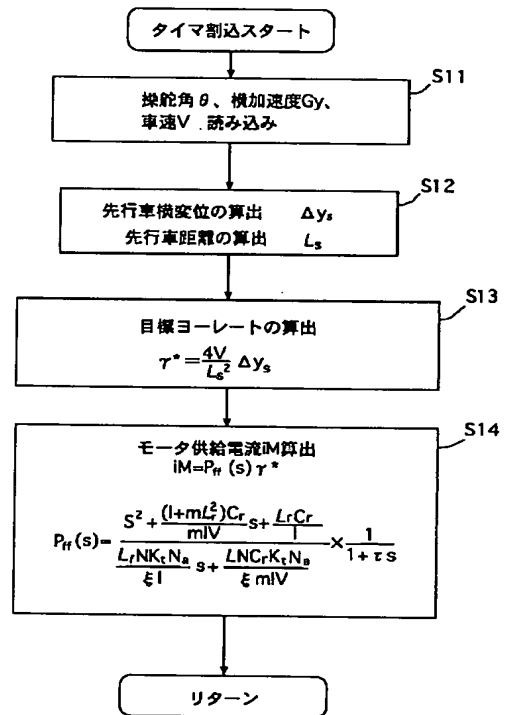
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.<sup>7</sup>B 6 2 D 113:00  
137:00

識別記号

F I

B 6 2 D 113:00  
137:00

テーマコード(参考)

Fターム(参考) 3D032 CC01 CC08 CC20 DA03 DA22  
DA23 DA27 DA32 DA84 DA88  
DB02 DC09 DD02 DD07 DD08  
DD10 DD18 EB04 EB11 EB16  
EB21 EC23 GG01